ANALES

DE LA

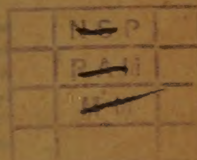
SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: JOSE S. GANDOLFO

MARZO - ABRIL 1960 — ENTREGAS III y IV — TOMO CLXIX

SUMARIO



BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1960



ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Graficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

LA LAGUNA DE EPECUEN

(Provincia de Buenos Aires)

INFLUENCIA DE LA EXTRACCION DE SALES SOBRE LAS PROPIEDADES TERAPEUTICAS DE SUS AGUAS

POR

I. RAFAEL CORDINI

INTRODUCCION

Epecuén ha sido muchas veces causa de disputas entre los hoteleros de la zona y los productores de sulfato de sodio anhidro. Los primeros, basados tal vez en información deficiente, creen que la extracción de sales modificará las propiedades terapéuticas de las aguas trayendo como consecuencia una disminución de los turistas que concurren allí para curar sus afecciones reumáticas. Los segundos protestan por las tarifas mineras que las autoridades provinciales quieren imponer para evitar la extracción de sales.

Estos gravámenes son tan elevados que, de aplicarse, harían desaparecer una industria local importante. Como ejemplo, en Agosto de 1958 la Intendencia Municipal de Carhué planeó aplicar cien pesos de impuesto por metro cúbico de sulfato extraído; esta sal pesa 800 kg/m^3, pero cristaliza con 10 moléculas de agua que se eliminan durante el tratamiento de modo que el gravámen previsto se hubiese elevado en la realidad a unos mil ochocientos pesos por metro cúbico.

Mantenida en el plano actual la discusión no se hubiera solucionado, simplemente porque faltaban elementos de juicio; Epecuén nunca fué estudiada desde el punto de vista de su productividad en sales. Entendiéndolo así, la Dirección Nacional de Geología y Minería me designó para efectuar el trabajo, autorizando gentilmente la publicación de los resultados. Se comprenderá así el carácter técnico del trabajo, que no representa simplemente la opinión personal del autor sino que ha surgido de una seriación analítica

orientada de modo que resulte indiscutible. Desde el comienzo conviene establecer claramente esta característica, por tratarse de un peritaje. Epecuén no tiene substancias específicas que confieran propiedades curativas a sus aguas; ellas son la consecuencia de la alta concentración salina de una solución clorurado-sulfatada. Los mismos resultados se obtendrían empleando el agua de las lagunas Adolfo Alsina, Cochicó, Del Venado o de Chasicó. Se trata entonces de discriminar si la extracción de sulfato de sodio puede modificar la concentración salina de Epecuén o, expresado de otro modo, de indicar hasta que cantidad de sulfato puede extraerse sin que se produzcan cambios en dicha agua. Para ello recurriremos a una serie que comprende análisis químicos, análisis de hechos geológicos comprobados y análisis de aforos vale decir, recurriremos a hechos reales, no a impresiones personales que tan caras son a los geólogos.

En Argentina existen varios cuerpos de agua que, potencialmente, podrían producir sulfato de sodio en cantidades tal vez mayores que las existentes en Epecuén. Sin embargo, una laguna rica en sulfatos no significa necesariamente una explotación provechosa porque son varios los factores que deben concurrir para transformar el cuerpo de agua en yacimiento productivo, como puede verse en la enumeración siguiente:

1°. La reserva debe ser grande.

2°. Las aguas deben estar lo suficientemente concentradas en sales como para que estas puedan cristalizar por enfriamiento.

3°. El espejo de agua debe ser extenso y poco profundo.

4°. No deben existir drenajes grandes que desemboquen en el cuerpo de agua, para no provocar diluciones dañosas.

5°. Debe estar situado en climas con diferencias marcadas de temperatura entre el verano y el invierno, para que la cristalización se produzca espontáneamente.

6°. El cuerpo de agua debe estar rodeado por un tapiz contínuo de vegetación para evitar arrastre de tierra por acción eólica; esta impurificaría las sales en el momento de la cosecha.

7°. Las costas deben tener relieves suaves y, si posible, un piso impermeable.

8°. El cuerpo de agua debe estar próximo a los puntos de embarque. Epecuén está situada sobre la línea del F.C.N.D.F.S. En nuestro país este último punto es de enorme importancia, tanto como

para convertir en inexplotables muchos valiosos yacimientos de cloruro y sulfato de sodio por excesiva distancia hasta los centros consumidores. Sin exageración, podemos afirmar que nuestra minería no es un problema de existencia de materias primas, sino de transporte. Por esto, antes de condenar un yacimiento ya en producción, deberemos sopesar con mucho cuidado todas las posibilidades, que es precisamente lo que haremos en los capítulos que siguen.

Hay además otro aspecto importante a considerar; en Argentina el sulfato de sodio se emplea, entre otros usos, en la producción de pulpa de papel tipo Kraft, sulfuro de sodio, detergentes (jabones en polvo), en vidriería siendo este un renglón que consume grandes cantidades, en la industria textil, en cerámica y, en escala más reducida, en medicina. Un nuevo gravámen incidiría sobre una materia prima que es indispensable para las industrias citadas y eso, precisamente en el momento en que el país necesita hasta el último gramo de mineral que pueda extraerse. El sulfato de sodio, al igual que la arena y la grava, no es un mineral noble que resista costos elevados de explotación; gravar con exceso una fuente de esta sal equivale a eliminarla del mercado.

Estableciendo así el problema, veremos si existen o no razones para descartar la laguna de Epecuén como fuente productora de tan importante materia prima.

II. CONSIDERACIONES GEOLOGICAS SOBRE LAS LAGUNAS Y SALINAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La llanura bonaerense ha sido teatro de importantes acontecimientos geológicos durante el final del Terciario. En su borde sur se han producido fallas grandes; hacia el sudeste han quedado bloques hundidos como cuencas intermontáneas; por el costado oriental penetraron ingresiones marinas que se retiraron pronto; por último, ha sido sometida a movimientos diferenciales que han alterado totalmente los viejos drenajes.

Todos estos acontecimientos tuvieron un rasgo común que nos interesa: modificaron las formas de superficie y con ello dieron orígen a depresiones que, al llenarse, formaron un cuerpo de agua. Dicha agua pudo ser continental o no; tales depresiones pudieron diferir en lo que se refiere a suelo sobre el cual se formaron, área, situación geográfica, posición dentro de un régimen climático, etc.,

pero aún variando todos esos factores ellas resultaron con dos características comunes: profundidad pequeña y perfil chato de formas regulares.

Por eso es que considerados como simples accidentes geográficos todos estos cuerpos de agua son parecidos entre sí. La mayor parte entra en la categoría de lagunas. Sin embargo, desde el punto de vista de la explotación de sales, grupos muy parecidos entre sí difieren mucho de otros vecinos; al comparar la química de las aguas encontramos algunos con 0,03 gramos por litro de resíduo seco mientras que otros sobrepasan los 200 gramos por litro. En otras palabras, encontramos lagunas de agua dulce al lado de sulfateras y salinas. Esta diferencia se debe en parte a la ubicación dentro del accidente geológico que les dió origen y principalmente, al sistema de alimentación a que quedaron sometidos. Las lagunas de agua dulce quedaron alimentadas por aguas pluviales de escurrimiento superficial; las sulfateras y salinas, en cambio, por aguas muy salinizadas que ascendieron (y siguen ascendiendo) aprovechando la discontinuidad de los planos de falla. A las napas profundas de carácter surgente se debe la existencia de salinas y sulfateras en Buenos Aires y parte de La Pampa. Tales cuerpos salinos tienen reserva renovable y es por eso que no se agotan ni modifican a pesar de la extracción intensiva de cloruro y sulfato de sodio a que están sometidos. Como dato interesante podemos recordar que una sola salina de Buenos Aires extrae actualmente más de ochenta mil toneladas anuales de ClNa (las Salinas Chicas constituyen uno de los numerosos ejemplos disponibles) y sin embargo, los análisis hechos hace ya quince años demuestran que la reserva permanece inalterada en calidad y cantidad.

En 1942 el autor intentó clasificar los cuerpos de agua de la provincia; aunque posteriormente se estudiaron muchos otros, la clasificación permaneció inalterada, sin críticas bibliográficas. La agrupación se hizo como sigue:

Tipo I. En el recorrido de viejos estuarios: Vitel, Chascomús, Adela, El Burro y otras. — Los sedimentos contienen, por debajo del limo actual, restos de organismos marinos (foraminíferos) mezclados con fructificaciones de *characeae*; la alimentación de estas "lagunas encadenadas" se cumple por aporte de aguas superficiales (tienen aguas dulces). No existen cuencas de aguas subterráneas surgentes en sus alrededores.

Tipo II. En el recorrido de viejos cauces fluviales: Monte, Perdices y otras. — El cauce existe aún como forma topográfica; está casi cegado pero en caso de crecientes excepcionales actúa como drenaje. Este tipo se encuentra entre las curvas hipsométricas de 10 y 30 metros sobre el nivel del mar. Aguas dulces, de origen pluvial.

Tipo III: En líneas de fallas que fueron invadidas por el mar: Salinas Chicas, Chasicó, Chosoicó y otras. — Hay una falla, bien comprobada ya, que partiendo desde el fondo del seno de Bahía Blanca se dirige hacia el oeste noroeste. Salinas Chicas y Chosoicó quedan limitadas hacia el Sur por el labio elevado de esa falla, que ha sufrido un rechazo de 40 metros aproximadamente. La prueba de la invasión marina está dada por la presencia de grandes cantidades de microfósiles (*Dictyocha* y *Distephanus*) en las terrazas que bordean en parte a los citados cuerpos de agua. Están ubicadas sobre cuencas subterráneas surgentes, y alimentadas por las aguas ascendentes de las mismas.

Tipo IV. En cuencas tectónicas: La Brava, Laguna de los padres y otras poco estudiadas situadas cerca (al norte) de Salinas Chicas. — Son lagunas de agua dulce alimentadas por corrientes superficiales.

Tipo V. Lagunas costeras con influencia marina actual. Mar Chiquita del Sur. — En realidad son depresiones de carácter costero, que se inundan periódicamente con aguas oceánicas; parte de la alimentación es debida a aguas pluviales.

Tipo VI. Lagunas alineadas a lo largo de fallas que sirvieron de cauce a aguas continentales, pero cuya salinización se debe a ascenso de aguas profundas: Epecuén, Del Venado, Guaminí, Cochicó, Alsina. — También son encadenadas como las del tipo II, pero se las distingue rápidamente de las mismas por estar ubicadas por encima de la curva hipsométrica + 30 m. La alimentación, debida a napas ascendentes por los planos de falla, introduce en ellas grandes cantidades de sales.

Desde el punto de vista industrial, este tipo de lagunas es muy interesante pues ellas son reservorios salinos de reserva renovable. Están ubicadas sobre cuencas artesianas cuyas aguas se describen más adelante.

En el block-diagrama de figura 1 se ha tratado de dar una idea elemental de las características de alimentación de este grupo, aligiendo Epecuén por ser la más conocida en lo que a aguas subterráneas se refiere.

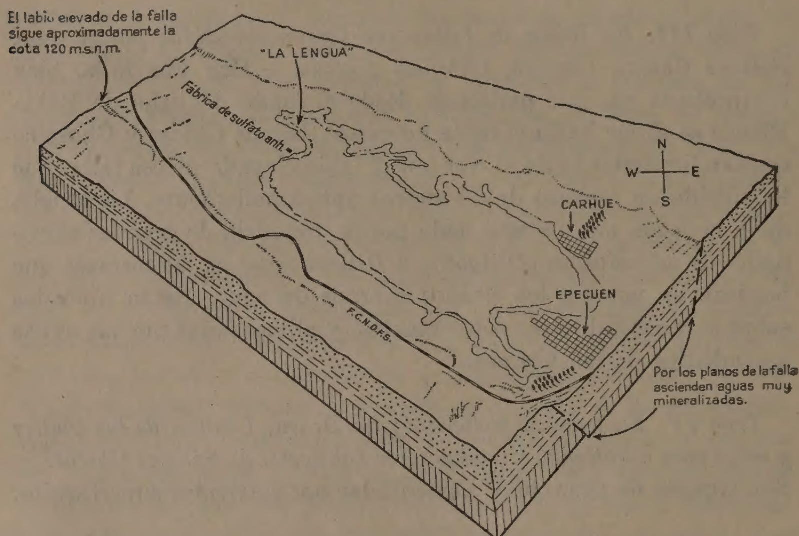


FIG. 1.

III. LAS AGUAS DE EPECUEN Y EL SISTEMA DE ALIMENTACION DE LA LAGUNA

Agua madre de la laguna. — Antes de considerar los datos actuales, conviene revisar los registros existentes en la bibliografía. El agua madre de Epecuén es ya bien conocida desde 1934, año que la Dirección Nacional de Geología y Minería efectuó un estudio muy completo desde el punto de vista químico. En la página siguiente damos algunos de los principales resultados obtenidos en ese momento.

Aguas de la laguna de Epecuén coleccionadas en 1934

	Del fondo, en el centro de la laguna; 4 m. de profundidad	De la superficie en la punta de la rambla grande	De la orilla en el terraplén de la rambla	Del fondo en el extremo del Balneario Municipal
Temperatura en °C	24	24	26	18
Peso específico a 15°C	1,2586	1,2597	1,2403	1,1844
pH	8,6	8,6	8,7	8,7
Alcalinidad en SO_4H_2	6,6248	6,6248	3,9298	3,4790
Resíduo seco a 180 (g . 1) ...	380,9756	382,9530	350,9484	263,4165
Sílice (SiO_2) ....(» . ») ...	0,0590	0,0600	0,0480	0,0399
Sulfatos (SO_3) (» . ») ...	57,720	58,7559	59,8466	43,2351
Cloruros (Cl) (» . ») ...	164,6353	164,7229	145,9078	110,9721
Bromuros (Br) (» . ») ...	0,2220	—	—	—
Ioduros (I) (» . ») ...	0,00181	—	—	—
Carbónico (CO_2) (» . ») ...	2,9722	2,9744	1,7644	1,5620
Nitratos	V	V	V	V
Nitritos (N_2O_3)	0	0	0	0
Combinaciones probables:				
Cloruro de sodio NaCl (g . 1)	271,3189	271,4737	240,4560	182,8820
Sulfato de sodio SO_4Na_2 (» . »)	102.4530	104.2901	106,2277	76,7423
Carbonato de calcio $CaCO_3$ (» . »)	0,0357	0,0897	0,0856	0,1035
Carbonato de magnesio $MgCO_3$ (» . »)	0,1512	0,1948	0,1782	0,1163
Carbonato de sodio Na_2CO_3 (» . »)	6,9398	6,8277	3,9369	3,5084

Si estos resultados se comparan con el agua M 34, extraída durante la campaña de Diciembre 1959, veremos que prácticamente no puede afirmarse una disminución en el tenor salino de la laguna o, si se prefiere veremos que la variación es tan pequeña que escapa a la apreciación.

En repetidas ocasiones algunos autores han tratado de estimar la riqueza salina de Epecuén juzgando por el resíduo seco de sus aguas; esto, como sistema de investigación, no nos parece acertado. No se ha tenido en cuenta que el sulfato de sodio es una sal cuya solubilidad varía mucho con la temperatura, como se muestra en la tabla que sigue.

Temperatura del agua en °C	% de sulfato de sodio disuelto
— 1,2	3,85
0,0	4,76
10,0	8,3
20,0	26,3
32,4	33,2
40,0	32,8
60,0	31,2
80,0	30,4
100,0	29,9

Vale decir que mientras el cloruro se mantiene bastante constante, el tenor en sulfato varía de acuerdo a la temperatura del agua en el momento de extracción de la muestra de modo que los resíduos secos darán cifras sin valor para apreciar la cantidad real de sales que contiene la laguna. El fenómeno se traduce en una variación muy grande cuando se comparan los resíduos de análisis muy espaciados entre sí:

	Año del Análisis				
	1903	1916	1924	1934	1959
Resíduo seco en gramos por litro....................	373,86	254,49	150,46	382,95	327,35

Agua de la laguna de Carhué extraída en el tercio occidental en Diciembre de 1959

Temperatura = 19°C.	
Reacción a la fenolftaleína en frío	Alcalina.
Reacción a la fenolftaleína en caliente ..	Alcalina.
Materia en suspensión	no contiene.
Resíduo seco a 110°C	(g . l) 327,35
Bicarbonatos (CO_3H)	(» . ») 1,02
Carbonatos (CO_3)	(» . ») 1,20
Cloruros (Cl)	(» . ») 161,52
Sulfatos (SO_4)	(» . ») 39,26
Nitratos (NO_3)......................	—
Nitritos (NO_2)	—
Amoníaco (NH_3)	—
Calcio (Ca)	2 milígramos por litro
Magnesio (Mg)	(g . l) 0,02
Sodio (Na)	(» . ») 124,84
Potasio (K)	—
Arsénico (As)	0,12 milígramos por litro
Vanadio (V)	0,5 milígramos por litro
Combinaciones probables:	
Bicarbonato de magnesio Mg $(CO_3H)_2$ ..	(g . l) 0,12
Bicarbonato de sodio $NaHCO_3$	(» . ») 1,27
Cloruro de sodio NaCl	(» . ») 266,28
Sulfato de sodio Na_2SO_4................	(» . ») 58,07
Carbonato de sodio Na_2CO_3............	(» . ») 2,12

Radioactividad: No es radioactiva.

La influencia de la temperatura sobre el contenido salino puede apreciarse bien comparando los dos análisis que siguen. Las dos muestras fueron extraídas simultáneamente el 15 de noviembre de 1959.

M 22. Agua de la bahía situada hacia el noroeste de la laguna (localmente: "La Lengua"), extraída a unos 150 metros de la costa.
Profundidad: 0,75 m.
Temperatura: 21,5°C.

M 23. Agua extraída al mismo tiempo que la muestra M 22, en la costa (borde del pelo de agua).
Profundidad: 0,06 m.
Temperatura: 24,0°C.

		M 22	M 23
Resíduo seco a 180°C	(g . l)	278,00	283,00
Cloruros (Cl)	(» . »)	124,11	132,19
Sulfatos (SO_4)	(» . »)	47,32	41,56
Carbonatos (CO_3)	(» . »)	1,20	1,50
Bicarbonatos (CO_3H)	(» . »)	1,22	0,30
Calcio (Ca)	(» . »)	no contiene	no contiene
Magnesio (Mg)	(» . »)	no contiene	no contiene
Sodio (Na)	(» . »)	104,54	106,89
Combinaciones probables:			
Sulfato de Sodio Na_2SO_4	(» . »)	69,99	61,47
Cloruro de sodio Na*M*l	(» . »)	204,60	217,92
Carbonato de sodio Na_2CO_3	(» . »)	2,12	2,64
Bicarbonato de sodio $NaHCM_3$.	(» . »)	1,68	0,41

Como puede apreciarse por los análisis anteriores, basta una diferencia de 2,5°C en la temperatura del agua para provocar (en muestras separadas apenas por 150 m de distancia) una diferencia de cinco gramos por litro en el contenido salino. En estas condiciones, es realmente difícil llegar a resultados absolutamente exactos en el cálculo de las reservas totales de Epecuén. Para no obtener cifras demasiado optimistas, se eligió la muestra M 3, que *no es la más mineralizada* entre todas las estudiadas. De este modo hemos podido determinar tonelajes que, si bien son inferiores a los existentes en la realidad, representan cifras exactas, vale decir tonelajes en los cuales se puede confiar. M 3 es el agua extraída el 15-11-59 en la costa NW de la laguna, a 200 metros de la ribera (0,30 m de profundidad), con temperatura = 20,5°C. Sus características analíticas son las siguientes:

Resíduo seco a 180°C	(g . l)	292,00
Cloruros (Cl)	(» . »)	132,30
Sulfatos (SO_4)	(» . »)	47,73
Carbonatos (CO_3)	(» . »)	1,50
Bicarbonatos (CO_3H)	(» . »)	0,30
Calcio (Ca)	(» . »)	no contiene
Magnesio (Mg)	(» . »)	no contiene
Sodio (Na)	(» . »)	19,85

Combinaciones probables:

Sulfato de sodio Na_2SO_4	(g . l)	70,60
Cloruro de sodio NaCl	(» . »)	217,92
Carbonato de sodio Na_2CO_3 ..	(» . »)	2,64
Bicarbonato de sodio $NaHCO_3$ ..	(» . »)	0,41

El aporte de sales por corrientes de superficie. — Es muy fácil comprobar que las sales existentes en la laguna no se deben a aporte de aguas superficiales. Para ello se analizó el agua del arroyo Pigüé. Esta corriente es la única que desemboca en Epecuén en época de lluvia; por supuesto, excluímos aquí algunos zanjones qüe actúan ocasionalmente como drenajes de aguas dulces pluviales.

El Pigüé tiene muy bajo contenido salino (alrededor de 0,7 gramos por litro). Para salinizar un área como la de Epecuén con la potencia que actualmente tiene se necesitaría una corriente de 50 metros cúbicos por segundo con 0,7 g . l de sales. Esta corriente depositaría 3.024 kilos de sales por día. Tal caudal se conseguiría con una corriente semejante al río Mendoza desembocando en Epecuén; esto, que parece una broma, es un aforo seriamente hecho. El agua del citado arroyo tiene la siguiente composición química:

Agua del arroyo Pigüe en el puente del camino Carhué-Vatteone

Reacción a la fenolftaleína en frío ..		Alc. débil
Reacción a la fenolftaleína en cal. ..		Alc. fuerte
Resíduo seco a 110°C	(g . l)	0,698
Dureza total	(» . »)	0,330
Alcalinidad de bicarbonatos	(» . »)	0,350
Bicarbonatos (CO_3H)	(» . »)	0,427
Cloruros (Cl)	(» . »)	0,064
Sulfatos (SO_4)	(» . »)	0,104
Nitratos (NO_3)...........	(» . »)	vest.
Calcio (*Ma*)	(» . »)	0,032
Magnesio (Mg)	(» . »)	0,011
Sodio (Na)	(» . »)	0,194
Fluor (F)	Milígramos/litro....	2,00

El aporte de sales por ascenso de aguas subterráneas de napas profundas. — Si las sales de Epecuén no son depositadas en el cuenco de la laguna por aporte superficial cabe aquí una pregunta lógica: ¿de dónde provienen ellas?

Dentro de los planos de falla que limitan la depresión de la fosa quedan contenidas varias lagunas: La Amarga, La Larga, Salinas Grandes de Hidalgo hacia el oeste sud oeste de Epecuén; Del Venado, Monte, Cochicó, Alsina e Inchauspe hacia el este noreste. Todos estos cuerpos son muy ricos en sales.

En la fosa son comunes las aguas surgentes. Las napas profundas, interrumpidas por la discontinuidad de la falla, ascienden hasta la superficie. Todas son muy mineralizadas y es a ellas que se debe la presencia de sales en la cadena de cuerpos de agua recién citados. Consideremos solamente algunos ejemplos. Cerca de la ribera noreste de Epecuén, en las inmediaciones del puesto El Salado, hay dos surgentes cuyas aguas dieron los siguientes análisis:

	Primer surgente	Segundo surgente
	Profundidad: 200 m. Caudal: 3 lts. por sgdo.	Profundidad: 60 m. Caudal: 3 lts. por sgdo.
Resíduo seco a 110°C	(g . l) 5,510	6,453
Alc. de bicarbonatos en CO_3Ca	(» . ») 0,170	0,140
Bicarbonatos (CO_3H)	(» . ») 0,207	0,171
Cloruros (Cl)	(» . ») 2,128	2,411
Sulfatos (SO_4)	(» . ») 1,412	1,735
Nitratos (NO_3)	(» . ») 0,02	—
Calcio (Ca)	(» . ») 0,520	0,560
Magnesio (Mg)	(» . ») 0,249	0,240
Sodio (Na)	(» . ») 1,066	1,361

Si se hace el cálculo, puede apreciarse que el primer surgente eleva hasta la superficie 521,3 toneladas de sales por año. El segundo alcanza a 610,5 toneladas-año.

En el balneario de Epecuén existen dos perforaciones profundas; una de ellas está actualmente obstruída y no pudimos obtener muestra.

La segunda dió el siguiente resultado:

Resíduo seco a 110°C	(g . l)	2,70
Alc. de bicarbonatos en CO_3Ca	(» . »)	0,30
Bicarbonatos (CO_3H)	(» . »)	—
Cloruros (Cl)	(» . »)	0,78

Sulfatos (SO_4)	(» . ») 0,82
Calcio (Ca)	(» . ») 0,18
Magnesio (Mg)	(» . ») 0,09
Sodio (Na)	(» . ») 0,63

Este segundo surgente tiene una profundidad de 120 metros; su caudal es de cuatro litros por segundo (345.600 1 . día). Al fin del año, eleva hasta la superficie 340,588 toneladas de sales.

En la costa oeste de Epecuén disponemos de los datos del surgente del "Establecimiento Salinos Tres Lagunas"; en este caso podemos comparar dos análisis que nos mostrarán la poca variación sufrida por las napas profundas en un período de 8 años (1951 a 1959).

Surgente de "Establecimientos Salinos Tres Lagunas"

Profundidad: 120 metros.
Caudal (año 1959): 164.160 litros-día.
Temperatura del agua: 24°C.
Nivel piezométrico: + 2 metros.

	Año 1951	Año 1959
Reac. a la fenolftaleína en frío.................	no vira	no vira
Reac. a la fenolftaleína en caliente	Alcalina	Alcalina
Resíduo seco a 110°C	(g . 1) 5,900	5,40
Alcalinidad de bicarbonatos en CO_3Ca	(» . ») 0,230	—
Bicarbonatos (CO_3H)	(» . ») 0,281	0,30
Cloruros (Cl)	(» . ») 1,702	1,77
Sulfatos (SO_4)	(» . ») 2,045	1,64
Nitratos (NO_3)	(» . ») 0,002	—
Calcio (Ca)	(» . ») 0,360	0,34
Magnesio (Mg)	(» . ») 0,197	0,20
Sodio (Na)	(» . ») 1,405	1,27

Este surgente eleva hasta la superficie 353 toneladas anuales de sales.

En resúmen, considerando sólo cuatro surgentes, se tiene un aporte anual de 1.555,4 toneladas de sales. La suma de estos cuatro surgentes resulta muy pequeña si se la compara con el volúmen total de aguas subterráneas que ascienden por los planos de falla. Es evidente que la extracción de cloruro y sulfato de sodio, en los volúmenes con que actualmente se hace, no puede empobrecer a la

laguna en dichas sales. También resulta claro que un nuevo gravámen basado en un supuesto empobrecimiento en sales no resistiría el análisis de técnicos especializados en salinas y evaporitas.

IV. LA RESERVA DE SALES

Toca ahora considerar el problema de la reserva en el fondo y en el agua de la laguna. Para el primer aspecto contamos con dos perfiles, cuyas ubicaciones están marcadas en la figura 2.

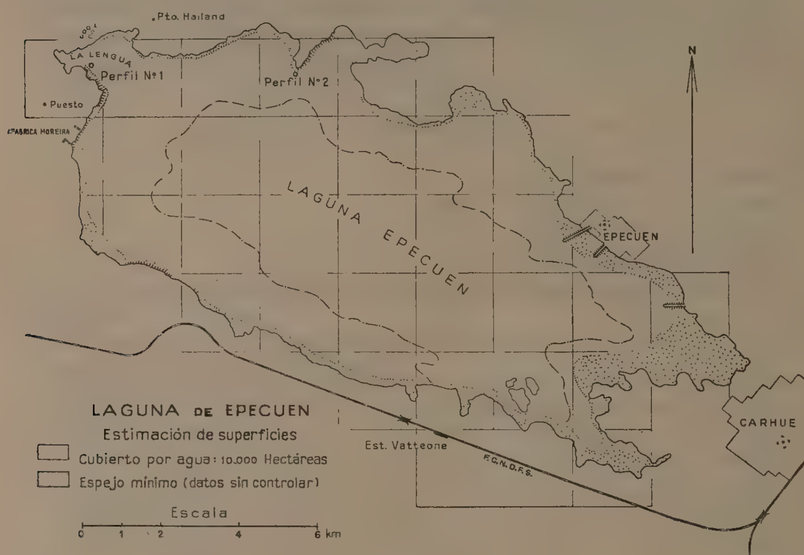


Fig. 2.

El fondo de Epecuén está cubierto por un estrato de limo negro rico en materia orgánica, es el que se emplea como barro curativo. Este material ocupa los primeros 50 a 70 centímetros y no puede calcularse con exactitud total en la reserva porque es demasiado blando para obtener una separación exacta. La transición de agua a fondo es gradual y no puede verificar a que altura termina una y comienza el otro. La parte superior del fondo debe comportarse más bien como un fluído viscoso. De todos modos, estos limos contribuyen a la reserva total con unos 6 millones de toneladas, dado que contienen 12 % de sulfato de sodio (calculado en seco), densidad = 1,3 y cubren diez mil hectáreas.

Hacia abajo existe un limo rojo bien delimitado, de la siguiente composición:

Análisis del "común" de los limos rojos del fondo de Epecuén

Resíduo insoluble en agua	88,52 %
Cloruros (Cl)	5,07 »
Sulfatos (SO_3)	1,50 »
Bicarbonatos (CO_3H)	0,61 »
Carbonatos (CO_3)	0
Hierro y aluminio (Fe_2O_3, Al_2O_3)	0
Sodio (Na)	4,22 %
Combinaciones probables:	
Cloruro de sodio NaCl	8,35 %
Sulfato de sodio Na_2SO_4	2,21 »
Radioactividad:	
No es radioactivo.	

El limo rojo está salinizado en un espesor de 1 metro; más abajo su tenor es muy escaso para que pueda considerárselo como reserva. Con este espesor (densidad = 2,3) tenemos un estrato de 230 millones de toneladas que contienen 2,2 % de SO_4Na_2. Vale decir que el limo rojo tiene una reserva de 4.700.000 toneladas de dicha sal.

La reserva en el agua. — Conviene recordar previamente los siguientes puntos:

a) Los elementos de juicio reunidos y analizados son más que suficientes para calcular con exactitud una reserva mínima en el agua.

b) Es probable que la reserva sea mayor que la calculada puesto que se ha preferido especular sobre un espesor medio de 2 metros de agua; este espesor puede ser mayor.

c) La reserva salina permanente de Epecuén se encuentra en solución en el agua; en forma sólida (cristales) es ocasional.

d) En lo que se refiere a superficies hay que modificar un concepto erróneo que ha perdurado mucho tiempo. En la bibliografía se ha dicho repetidamente que la laguna cubre alrededor de 24.000 hectáreas. He controlado el dato estimando primero las distancias en reconocimientos aéreos a velocidad conocida

y consultando después al I. Geográfico Militar. Las áreas exactas están dadas en la figura 2.

La cuenca de Epecuén cubre 10.300 hectáreas. De esta superficie deben descontarse 300 hectáreas que raramente son inundadas por el agua, vale decir que la superficie a emplearse en el cálculo es de 100 millones de metros cuadrados.

e) Como ya se ha dicho, el contenido salino del agua empleada para la cubicación es:

Sulfato de sodio SO_4Na_2	(g . l)	70,60
Cloruro de sodio ClNa	(» . »)	217,92
Carbonato de sodio CO_3Na_2 ...	(» . »)	2,64
Bicarbonato de sodio CO_3HNa ...	(» . »)	0,41

De acuerdo a estas cifras, la reserva de sales explotables en Epecuén es, como mínimo:

Sulfato de sodio:

En el agua	14.120.000 tn.
En el limo negro	6.000.000 »
En el limo rojo	4.700.000 »
Total......................	24.820.000 tn.

Cloruro de sodio:

En el agua	43.584.000 tn.

Sin considerar los aportes, podemos ver que Epecuén tiene una reserva considerable (más de 20.000 años explotando al ritmo actual). Si los tenemos en cuenta, podemos afirmar que la explotación de sulfato de sodio no modificará la composición salina de las aguas.

Desde el punto de vista del empobrecimiento en sales, el gravámen proyectado no solo sería injustificado, sino que incidiría desfavorablemente sobre varias industrias importantes para el país.

CENTROS DE INSTRUMENTAL CIENTIFICO

POR

PHILIP G. HUBBARD y ENZO O. MACAGNO

Instituto de Investigaciones Hidráulicas de Iowa,
State University of Iowa, Estados Unidos

INTRODUCCION

El progreso de las ciencias experimentales depende en mucho de la capacidad para crear instrumentos de medición y aparatos para las observaciones, así como de la habilidad para usar, modificar y adaptar los existentes. Es cierto que la concepción de un estudio experimental es más o menos independiente de los particulares instrumentos o aparatos a utilizar, pero la ejecución de los experimentos y el éxito del estudio dependen sobremanera de la técnica empleada en las observaciones y en las mediciones. De poco vale hallar *qué* investigar sino se halla *cómo* realizar la investigación. A una idea interesante sobre *qué* estudiar debe seguir la averiguación de *cómo* llevar a cabo mediciones y observaciones. Puede muy bien ocurrir que un plan brillante de investigación sea ilusorio si la técnica instrumental no está aun adelantada como para cumplirlo cabalmente.

De lo dicho se desprende que el investigador en el campo experimental debe tener una información precisa y completa sobre las posibilidades de la técnica observacional así como de la técnica de producción de los fenómenos en las condiciones adecuadas y deseadas. Si bien el experimentador debe saber realizar sus experimentos y perfeccionarlos, no es por cierto necesario que sea un especialista en instrumentos y aparatos de medida. Este campo tiene sus propios especialistas y sus servicios han hecho posible a muchos investigadores estudios que por sí solos nunca hubieran podido llevar a la realidad. Como en muchos otros aspectos de la vida moderna, la subdivisión y la coordinación del trabajo han permitido hallar soluciones a problemas de creciente complejidad.

En este artículo presentamos la idea de crear centros de instrumental científico que vengan a colaborar con los investigadores de las diversas ciencias experimentales en la ejecución de sus estudios. Nuestro artículo está dedicado especialmente a los hombres de ciencia de América Latina, si bien se inspira en un previo estudio del problema para una región de los Estados Unidos de Norteamérica.* Los autores desean estimular una acción constructiva y eficaz entre sus colegas de América Latina que luchan con dificultades que ellos conocen y que han experimentado también Los detalles de esa acción diferirán de país a país, pero ciertos puntos fundamentales parecen ser los mismos en todo el mundo. Tales puntos pueden ser pues la base para una discusión fructífera que conduzca a realizaciones provechosas.

NECESIDAD DE LOS CENTROS.

En la actualidad hay en América Latina un número de científicos que constituyen un potencial humano poco aprovechado. Los hay poco menos que aislados, otros están desanimados por los engorros administrativos, y casi todos se encuentran con problemas que derivan de la falta de instrumental adecuado y de ayuda técnica. Sus dificultades no nos son desconocidas, pues uno de los autores ha tenido larga experiencia al respecto. Pero muchas de tales dificultades las experimentan o las han experimentado sus colegas de otras partes del mundo. La idea de los centros de instrumental puede serles de gran utilidad si la adaptan adecuadamente a las condiciones locales propias de cada país o de cada región. Creemos que los centros de instrumental científico son absolutamente necesarios, si bien otras acciones harán falta para una completa solución del problema de la creación y producción científica en gran escala a un alto nivel.

Consideramos que centros de instrumental científico tales como los que proponemos son aun más necesarios en los países de América Latina de lo que lo son en los Estados Unidos. Sus funciones han de ser más amplias en América Latina de lo que lo sean en Estados Unidos y, tal como las concebimos, serán expuestas más adelante. Deseamos explicar primeramente por qué consideramos necesarios a los mencionados centros.

* Ph. G. Hubbard, "Factors to be considered in establishing an instrumentation center", informe presentado a Colorado University, (1958).

Es claro que para todo instituto de investigación lo ideal sería tenerlo todo a mano y no depender de un centro que muchas veces estará a considerable distancia. Sería muy bueno disponer de una sección propia de instrumental, de un taller propio bien dotado y de personal técnico capaz de resolver los problemas de instrumental, pero lo cierto es que muy pocas veces se logra todo esto, pues hay que tomar largos años en formar al personal y disponer de bastante dinero. Vale pues la pena contemplar otra manera de hacer las cosas, considerando una solución mixta consistente en resolver los problemas menores en el propio laboratorio y en recurrir a una ayuda externa para los problemas mayores. El centro de instrumental científico sería la entidad externa a la cual el investigador puede dirigirse en busca de ayuda técnica en materia de instrumental y aparatos científicos.

La técnica instrumental se ha desarrollado tanto que su complejidad parece que ha de mantenerse y quizás crecer haciéndose cada vez más difícil de dominar por individuos o por pequeños grupos preocupados ya con otros problemas. Es sabido que las universidades, las entidades gubernamentales técnicas y las organizaciones industriales afrontan cada vez mayores problemas originados por equipos e instrumentos inadecuados o por la deficiente operación de tales instrumentos y equipos. Muchas veces no se dispone del instrumental adecuado o no se halla la manera de obtenerlo o de proyectarlo y construirlo si viene el caso. Si esto ocurre en grandes y relativamente poderosas organizaciones, cabe pensar que individuos aislados o pequeños grupos tendrán aun mayores dificultades.

Tanto en América Latina como en otras partes del mundo no es fácil hallar todo el personal superior y auxiliar, altamente capacitado en la ciencia y la técnica de los instrumentos, que los investigadores necesitan. Formar tal personal lleva años. Es pues necesario reunir en unos pocos centros a los hombres capacitados en tal especialidad, o susceptibles y deseosos de capacitarse, a fin de que puedan dar su máxima contribución.

CREACION DE LOS CENTROS

Es cierto que los centros pueden crearse por diferentes vías, pero, aun a riesgo de parecer trivial, conviene insistir en que deberían serlo por la más natural. Aquellos que más los necesitan deben planearlos y trabajar activamente por llevarlos a la realidad. Son los

investigadores científicos quienes sacarán el mayor beneficio y esto ha de moverlos a organizarse y a buscar la solución óptima Ellos pueden crear la organización que les hace falta y estructurarla de modo que venga a servirles eficazmente.

De ser posible, los centros debieran ser creados por una asociación nacional de investigadores de todas las ramas que luego cuidara y ayudara a su desarrollo. No conviene, sin embargo, descartar otros grupos como posibles promotores. La iniciativa puede venir de muy diversos sectores: de las universidades, de las entidades técnicas privadas u oficiales, de las industrias, de las asociaciones profesionales, de las sociedades y academias científicas. Cualquiera sea el grupo promotor, debe ciertamente interesar y hacer partícipes a los otros, pues se trata de una empresa de bien general.

En la creación de los centros de instrumental, deben tener una participación principal aquellos científicos y técnicos que han promovido ya la creación o el desarrollo de institutos o laboratorios en los cuales se ha prestado especial atención al uso y a la construcción de instrumental científico. Nadie mejor que los hombres con experiencia y con una obra sólida en el campo para trabajar en la creación de centros como los que proponemos.

La ubicación de los centros debe ser estudiada cuidadosamente en función de las condiciones reinantes en cada país. Deben tenerse en cuenta: la densidad de instituciones de enseñanza y de investigación de carácter técnico y científico, de laboratorios y observatorios y de establecimientos industriales; la facilidad de las comunicaciones entre el centro y las instituciones que van a servir; la existencia y ubicación de institutos con experiencia en instrumental científico; el interés y apoyo locales a la idea.

No parece por cierto aconsejable que cada país trate de crear numerosos pequeños centros, sino que trate de concentrar recursos y hombres en uno o dos centros que servirán de experiencia y de modelo para creaciones futuras. Toda posibilidad de creación artificial o forzada debe excluirse y deben buscarse la colaboración y el apoyo generales. Sobre todo, es de fundamental importancia el reunir un grupo de hombres que tengan la capacidad y el entusiasmo necesarios para la empresa, que no es fácil, y ayudarlos generosamente a llevarla a cabo.

CARACTER DE LOS CENTROS

Las circunstancias locales decidirán seguramente si los centros serán de carácter oficial o privado. Nosotros nos inclinamos por algún tipo de organización autónoma que reciba ayuda oficial y privada hasta que pueda sostenerse independientemente.

Las universidades en América Latina son en su mayoría estatales aunque muchas gozan de bastante autonomía. Son oficiales muchos laboratorios y observatorios, como lo son las entidades técnicas dependientes de los ministerios nacionales y provinciales. Por otra parte, viene creciendo el número de universidades, institutos, asociaciones, laboratorios de carácter privado. Todos ellos pueden recibir beneficios del centro y pueden contribuir a su sostén y a su desarrollo. Además, muchos profesionales (ingenieros, médicos, agrónomos, químicos, geólogos, etc.) han de acudir al centro en en busca de información, enseñanza y ayuda técnica. Los centros de instrumental científico vendrán a servir necesidades de todos ellos, tanto de las diversas profesiones técnico-científicas como de las organizaciones oficiales y privadas para la ciencia y la técnica.

Vale pues la pena considerar seriamente si lo que hace falta es una entidad oficial más, o sino sería más conveniente una organización producto de la iniciativa de los investigadores científicos y que cuente con la colaboración oficial y privada y al mismo tiempo con la necesaria autonomía para cumplir su misión. Un centro de esta clase podría funcionar como una industria privada independiente y próspera, pero creemos que debe planearse y manejarse como organización no lucrativa de bien público, lo cual está, por otra parte, de acuerdo con la tradición latinoamericana.

Más adelante nos ocupamos de las funciones de los propuestos centros y se verá que ellas los calificarían para formar parte de las universidades. Sin embargo no propiciamos, en general, la idea de que sean parte de la organización universitaria. Creemos más conveniente la organización autónoma que sirva a todas las personas y a todas las instituciones empeñadas en trabajos científicos experimentales, sin formar parte estrictamente de ninguna de las entidades existentes, aunque sí estrechamente vinculada con muchas de ellas.

OBJETIVOS DE LOS CENTROS

El objetivo primordial de los centros es el de prestar servicios que faciliten la obtención, coordinen el uso y fomenten la construcción de instrumentos para la investigación científica, fundamentalmente, y para el desarrollo y progreso de la técnica, consecuentemente. Sin embargo, los centros no llenarán cabalmente su misión si no se proponen otros dos importantes objetivos también: la investigación y la enseñanza, dentro de su especialidad.

1. *Servicio.* — Un centro de instrumental científico puede servir a los investigadores de muchas maneras. Puede asesorar para las adquisiciones y hasta puede encargarse del trámite de la adquisición, especialmente cuando ésta deba hacerse en el extranjero. Puede tomar a su cargo las pruebas de recepción de instrumentos. Puede ayudar en el planeo de las mediciones y en el proyecto de instrumentos. Puede colaborar en la modificación y adaptación de instrumentos existentes, en su calibrado y ajuste. Puede construir instrumentos especiales en casos en que no puedan serlo por los medios ordinarios.

No abundaremos en detalles sobre la manera de cumplir los servicios enumerados que, por otra parte, no agotan la lista de todos los que el centro puede prestar. Solamente ilustraremos algunos de los servicios a prestar.

Para ofrecer servicios de documentación, el centro mantendrá una biblioteca especializada en la que figurarán aparte de libros y revistas sobre mediciones e instrumental, técnicas de observación y métodos experimentales, catálogos y folletos descriptivos de aparatos e instrumentos, e incluso modelos de los instrumentos comercialmente disponibles. El centro mantendrá al día una información completa de las casas comerciales, fábricas y talleres nacionales y extranjeros que pueden proveer o fabricar instrumentos o partes de ellos. A fin de hacer accesibles a investigadores distantes las informaciones reunidas, el centro tendrá un servicio de reproducción fotográfica. Si fuera posible debería publicar un boletín informativo de las principales novedades en cuanto a mediciones y a instrumentos científicos.

El centro podrá prestar ayuda en la preparación de especificaciones para la adquisición de instrumental y actuará muchas veces

como elemento de enlace entre proveedores y compradores, especialmente cuando se trate de importaciones. En todo caso, el centro, contando con personal experimentado y provisto de la máxima información disponible, estará en óptimas condiciones de elegir instrumental para un estudio en proyecto y podrá aun encontrar instrumentos creados para otros fines que puedan servir al caso, o decidir sobre su posible adaptación.

El centro se mantendrá vinculado a los centros científicos de su país a fin de poder requerir a su vez el asesoramiento a los especialistas en los diversos campos cuando sea necesario. Una vinculación con los centros científicos del extranjero, especialmente con aquellos que se distinguen en las técnicas instrumentales es igualmente aconsejable y debe ser llevada a un grado avanzado manteniendo un activo intercambio con ellos.

El centro puede ser de extraordinaria ayuda si actúa como banco o bolsa de instrumental. Debería tener una reserva de instrumentos de uso general, tales como oscilógrafos, registradores, analizadores, contadores, etc., que son ocasionalmente necesarios en trabajos experimentales. Debería ser posible "comprar" y "vender" instrumentos al centro y también alquilarlos. Si se piensa en tanto instrumental escasamente usado que podría así ponerse en movimiento, se podrá apreciar la ventaja de este servicio.

Para muchos investigadores, la función más importante del centro será la de ayudarlos a diseñar instrumentos que no pueden obtener en el comercio o que son demasiado costosos o difíciles de importar. En algunos casos el centro podrá inclusive construir instrumentos por encargo si ello significa una posibilidad de estudio y experimentación para el centro y una contribución importante a la creación de instrumental novedoso.

2. *Enseñanza y aprendizaje.* — Dado que las observaciones y mediciones son tan importantes en toda empresa científica, tanto los estudiantes como los investigadores de las diversas ramas de la ciencia experimental obtendrán indudables beneficios de cursos dedicados exclusivamente a los principios de las mediciones y al proyecto de instrumentos. El centro, al ofrecer tales cursos puede atraer especialistas y darles el incentivo necesario para mantenerse al tanto de los últimos adelantos.

Aparte de los cursos a que nos referimos en el párrafo anterior,

serán necesarios cursos de aprendizaje para personal técnico y auxiliar, para asistentes de laboratorio y para operarios especializados de institutos de investigación que harán estadías en los laboratorios y talles del centro.

La organización para la enseñanza y el aprendizaje debe ser flexible y desprovista de formalismos entorpecedores, destinada a dar una sólida capacitación y a estimular la inventiva y la habilidad naturales. Un bosquejo de los cursos puede ser el siguiente:

a) Cursos regulares en los distintos niveles.
b) Cursos breves y seminarios sobre problemas particulares.
c) Consulta individual, o en grupos reducidos, para problemas específicos.
d) Estadías para personal superior que desea aprender técnicas especiales.
e) Reuniones y cursos de carácter regional, nacional o internacional dedicados a técnicas especiales.
f) Cursos por correspondencia complementados con películas y otros medios auxiliares y con el préstamo de material para las prácticas.

Los cursos regulares constituyen ciertamente el medio más eficaz de familiarizar a los investigadores con los principios básicos y con las ideas esenciales para el proyecto de instrumentos. El máximo beneficio resultará de estos cursos si ellos preceden a la actividad investigadora. Será de gran ayuda y facilitará el trabajo del investigador el mantenerse en permanente contacto con el personal especializado del centro. Una comprensión adecuada del instrumental que maneja es esencial al investigador y el centro debe tratar de desarrollar tal comprensión.

El aprendizaje para el personal técnico auxiliar es de una importancia muy grande. El centro, o los centros, de cada país, deben reunir, y aún traer del extranjero si hace falta, un plantel de primera línea de técnicos especializados que hagan que la labor del centro sea de primera calidad y que sirvan de maestros para el personal auxiliar de institutos y laboratorios experimentales. Esta es una de las actividades del centro que puede resultar de un gran beneficio para el país que la desarrolle en grado suficiente.

Los cursos intensivos deben ofrecerse cuando tanto los docentes como los alumnos dispongan de poco tiempo y deban viajar desde

distintas regiones y cuando algunos de los docentes deban venir del extranjero. Estos cursos son necesarios para cubrir temas muy especiales y pueden tener una duración de algunas semanas. Estos cursos se sugieren sobre la base que los centros no serán una creación puramente formal sino de fondo y que reunirán personal altamente capacitado y de probada experiencia, con una producción científica o técnica bien acreditada. De esta manera atraerá ciertamente a talentosos estudiantes y a investigadores de primera línea deseosos de intercambiar ideas y adquirir conocimientos. El centro debe ser capaz de atraer profesionales de todos los campos, ya sea de las organizaciones técnicas y científicas nacionales o provinciales como de la industria y de las instituciones privadas interesadas en problemas de medición y observación, así sea desde otro punto de vista que el del hombre de ciencia, como en el caso de los instrumentos empleados en el control de la producción.

Otra actividad que los centros podrían considerar, si obtuvieran ayuda económica para ello, es la de colaborar en la difusión de los métodos científicos en la enseñanza secundaria y en la enseñanza técnica, cooperando con los gabinetes y laboratorios de los institutos correspondientes, a fin de mantenerlos en un alto grado de eficiencia y buen funcionamiento. El centro podría circular instrumental y aparatos, que las escuelas no puedan adquirir pero sí alquilar, enseñando a su personal a manejarlo. Por otra parte podría enseñar a diseñar y construir aparatos e instrumentos en forma simplificada, adecuados a la enseñanza. La modernización de la enseñanza secundaria es una necesidad nacional tan importante y tan urgente que no consideramos a los centros de instrumental científico como ajenos a ella, siempre que esta tarea accesoria no venga en desmedro de la fundamental.

3. *Investigación.* — Es evidente que para prestar los servicios antes enumerados el centro tendrá que resolver muchos problemas poco comunes que por lo general serán difíciles. Su personal deberá ser capaz de resolverlos y, muchas veces, ello dará origen a verdaderas investigaciones. Por otra parte es un principio reconocido que una institución sin obra propia no puede dar una enseñanza viva y fecunda. Las verdaderas escuelas florecen donde primero se han dado estudiosos investigadores y creadores. El centro debe dar una enseñanza que no ha de ser convencional por cierto, sino tal

que fomente la capacidad creadora de los alumnos de modo que ellos sepan luego hallar y desarrollar las técnicas más económicas y apropiadas a sus problemas

Mucha de la obra que se espera del centro es la de colaborar con ideas nuevas en cuanto a medición, observación y ejecución de experiencias. Sus funciones son en gran parte las de inventar y crear. Es de esperar también que llegue a estar en condiciones de prever la marcha de la técnica experimental y anticiparse a desarrollar nuevos instrumentos y nuevas técnicas.

De todo lo dicho en los dos párrafos precedentes se desprende que el centro deberá ejercer la investigación en un alto grado y un alto nivel y que deberá preverse amplio apoyo y facilidades para esta función. Si el centro debe inculcar en las personas que acudan a él para aprender, algunas de las cualidades esenciales al investigador, ¿cómo podría hacerlo sino es él mismo un organismo investigador de sus propios problemas?

Cabe esperar que si el centro recibe un suficiente apoyo financiero inicial y se lo dota de personal entusiasta y altamente capacitado llegue a demostrar muy pronto su utilidad a la nación y despierte el interés oficial y privado en gran escala haciéndole posible llenar completa y eficientemente las funciones aquí enunciadas. Estamos seguros que con esas bases el centro puede llegar a sostenerse a sí mismo económicamente y a financiar con sus propios recursos su plan de investigaciones.

Los campos en que el centro realizará investigaciones pueden ser los más variados. Es claro que dependerán en gran parte del personal que se logre reunir en él y de los intereses y necesidades más vivos del país o de la región correspondiente. Cualquiera de las ramas de la Física o de la Química pueden ser trabajadas con gran provecho e intensidad, pero cabe prever que las técnicas electrónicas y electromecánicas hallarán especial preferencia. La aplicación de los isótopos radiactivos y los principios de la teoría de la información merecen también ser considerados y conducirán ciertamente a resultados interesantes y productivos.

Cualquiera de los centros de instrumental puede derivar sus actividades hacia alguno de los numerosos campos en los que tantos problemas aguardan ser resueltos para beneficio de la humanidad. Si se piensa en la enorme importancia de los estudios biológicos, ya sea en la biología humana, la animal o la vegetal, y la gran necesidad

de disponer de instrumentos, aparatos y dispositivos adecuados a las investigaciones en cualquiera de ellas, puede imaginarse a un centro de instrumental enteramente absorbido en las actividades correspondientes a una de esas ramas de la ciencia.

Cada industria importante depende de la investigación para su progreso, y para mantenerse en condiciones de competir comercialmente. Cabe esperar que los industriales, tal como lo han hecho sus colegas de países con una más larga historia industrial, lo comprendan y acudan a los centros de instrumental favoreciendo especiales investigaciones que han de redundar en su propio beneficio y en el del desarrollo industrial en general. Ciertas actitudes actuales no deben infundir pesimismo entre los científicos, pues irán desapareciendo seguramente para dejar lugar a actitudes positivas y estimulantes de parte de los industriales.

Los centros deben estar dispuestos a perder parte de su independencia para orientar sus trabajos de investigación si ello significa una positiva ayuda a los investigadores científicos y una posibilidad de llenar su función primordial de servir. Si cumplen esta función con éxito siempre podrán reservar una parte de su esfuerzo y, probablemente, bastantes fondos para los estudios de carácter básico. Los centros deben tratar de funcionar con independencia económica si es posible, lo que asegurará mejor que nada su independencia académica, su estabilidad y la necesaria tranquilidad para el trabajo que requiere su personal.

ORGANIZACION

1. *Administración.* — La forma en que se administrará el centro variará de uno a otro, como es natural, pero lo esencial es que todos estén estructurados sobre una base administrativa sencilla y eficaz, libres de las rémoras que pueda imponer una administración burocrática complicada. Los centros tienen que ser lugares de trabajo creador donde la necesaria administración sirva diligentemente para su marcha en vez de entorpecerla. Por esto consideramos esencial que el centro sea una organización autónoma con un director altamente capacitado administrativamente y dotado a la vez de una visión clara de los fines del centro.

2. *Dirección científica.* — Nos parece que el director científico debe ser profesionalmente un físico experimental o un ingeniero

científico, con buen conocimiento de las técnicas observacionales y de medición. Su tiempo debe emplearse fundamentalmente en planear la investigación, la enseñanza y los servicios técnicos de los departamentos del centro, adelantándose previsoramente a sus necesidades. Deberá tener interés en el desarrollo de diversos campos y no estar inclinado a trabajar en una sola dirección. Es muy importante que el director científico tenga la capacidad de rodearse de personal dinámico, emprendedor y de capacidad cooperadora excelente. Tanto el director científico como el administrativo tienen la responsabilidad de desarrollar paulatinamente el centro y de convertirlo en una empresa económicamente próspera y científicamente exitosa.

3. *Personal.* — Algunos institutos o laboratorios deben estar dispuestos a perder algún miembro de su personal en favor del centro (desde el cual seguirá sirviéndole en realidad), pues éste necesita reunir personal altamente especializado en instrumental científico. Si es necesario habrá que traer personal del extranjero ya sea temporaria o definitivamente. Hará falta gente capaz de operar, de diseñar, de construir y de poner a punto instrumentos de medición de muy diversa índole. El hecho de ubicar los centros en áreas de gran densidad de población ha de facilitar el obtener personal y servicios a destajo, si hicieran falta.

Al considerar las disciplinas que debieran dominar los miembros del personal superior debe tenerse en cuenta que no puede hacerse una lista completa de antemano. A título puramente ilustrativo mencionamos las siguientes sin implicar orden de preferencia:

a) Electricidad y Magnetismo
b) Electrónica
c) Optica
d) Acústica
e) Mecánica
f) Mecánica de flúidos
g) Termodinámica
h) Química
i) Química y Física Biológicas
j) Teoría de información
k) Estadística, incluso como se usa en ciencias naturales y en psicología experimental

Deberá prestarse especial atención a las necesidades de los investigadores en campos tales como el de la biología o de la psicología experimental, pues si el director científico pertenece a las ciencias físicas, tal como se propone, tendrá que hacer un esfuerzo para aprender el lenguaje de tales investigadores, diferente del suyo, y para comprender sus problemas y sus técnicas. Quizás un director adjunto perteneciente a ese otro campo sea la solución.

Las especialidades técnicas necesarias son algo más fáciles de especificar:

a) Construcción electrónica, reparación y ensayo
b) Mecánica de alta precisión
c) Trabajo en vidrio
d) Fabricación con chapa metálica y plásticos
e) Fotografía y cinematografía
f) Óptica
g) Dibujo
h) Procesos químicos

La cooperación y la coordinación de los diversos departamentos y de los talleres será muy importante, no solamente porque una armoniosa y racional acción es fundamental para el éxito, sino porque el centro debe servir de escuela de aprendizaje para los técnicos auxiliares de laboratorio y sus operarios técnicos, y es necesario dar a los propios técnicos un sentido y una responsabilidad de la obra a realizar.

4. *Instalaciones y elementos.* — El centro de instrumental científico debe contar con edificio propio, sino al comienzo, a breve plazo. Debe tener sus comodidades para biblioteca, salas de trabajo, aulas, talleres, depósitos. Inicialmente el centro podría funcionar con un mínimo de instalaciones, mientras se va organizando, se va definiendo su orientación y va cumpliendo paulatinamente diversas funciones. Un grupo reducido de personas altamente capacitadas puede comenzar a realizar una obra que convenza sobre la necesidad de edificio propio y de otros elementos así como de la necesidad de un sólido respaldo financiero. En esta primera etapa puede prescindirse del director administrativo y dar al director científico un secretario administrativo. Un grupo inicial técnicamente muy capaz eligirá las instalaciones y elementos necesarios con buen criterio tratando de poner las bases para una exitosa acción futura.

El centro debe poseer instrumental variado utilizable para sus diversos fines Necesita instrumentos para enseñar, para investigar, y para construir, calibrar, ensayar y reparar otros instrumentos y diversos aparatos. Es necesario dotarlo de los patrones primarios y secundarios de longitud, tiempo, temperatura, color, intensidad de sonido, de luz, de masa, presión, voltaje, corriente eléctrica, para nombrar solamente los más importantes.

Necesitará también de varios talleres con su maquinaria y sus herramientas. En este terreno no debe llegarse a excesos pues se debe contar con lo que talleres ya existentes pueden hacer y no exagerar los del centro. A este respecto también, la ubicación del centro en una zona altamente industrializada es importante, para que pueda recurrir a talleres especializados en casos necesarios. El centro, a su vez, debe tratar de cubrir las lagunas existentes haciendo cosas que nadie hace todavía en la región o en el país. Su obra, como hemos dicho antes, es la de cooperar en las investigaciones experimentales y complementarlas, y sus instalaciones y elementos deben determinarse, en cada caso, en función de los objetivos del centro.

CONCLUSION

Como conclusión, solamente diremos que concebimos a los centros de instrumental científico como instituciones de servicio para la ciencia experimental y sus aplicaciones, dispuestos a cooperar en uno de los problemas más serios que se presentan a todo investigador experimental, dispuestos a servir, enseñando e investigando, a quienes enseñan e investigan en los diversos campos de la ciencia.

State University of Iowa
Iowa City, Iowa, agosto de 1959

BIBLIOGRAFIA

Tschapek, M. W. — 1959. *El agua en el suelo.* 1 vol., XIV + 402 pág. Colección Científica del I. N. T. A. Buenos Aires.

Como primer volumen de la Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, ha aparecido la obra del epígrafe, cuyo autor forma parte del personal científico del Instituto de Suelos y Agrotecnia, uno de los institutos que componen el I. N. T. A.

Este libro del doctor Tschapek es el fruto de una vida dedicada a los problemas físicos y físico-químicos del suelo.

La obra encara uno de los aspectos más importantes de la técnica agrícola: cual es el balance y dinámica del agua en el suelo. El libro está escrito para profesionales, tales como agrónomos, edafólogos, ecólogos, hidrólogos y climatólogos agrícolas, pero también puede resultar accesible a los estudiantes interesados en el problema.

El enfoque que hace el doctor Tschapek del tema: *El agua en el suelo*, es integral, tal como se puede ver al enumerar los 11 capítulos que forman la obra, a saber:

I) Propiedades del agua y su ciclo en la naturaleza.
II) Suelo como sistema poroso hidrófilo.
III) Agua combinada químicamente.
IV) Agua combinada físicamente (agua absorbida).
VI) Agua en estado gaseoso (vapor).
V) Agua libre, móvil.
VII) Agua libre, móvil bajo las fuerzas capilares.
VIII) Agua libre, móvil gravitacional.
IX) Agua del suelo y plantas.
X) Conservación del agua y dotación de riego.
XI) Clasificación del agua del suelo.

Si bien todos los capítulos son muy instructivos, por las ideas y fórmulas en ellos desarrolladas, desde el punto de vista práctico son sumamente útiles los capítulos IX y X, pues tratan, entre otros, los temas: movimiento del agua en el suelo y su accesibilidad a las plantas; almacenamiento y conservación del agua en el suelo; agua requerida por las plantas y dotación de riego, problema este último de importancia capital para el planeo y buena administración de toda obra de riego.

El libro está ilustrado con cerca de 150 figuras y numerosas tablas numéricas. Al final de cada capítulo el autor da el detalle de la abundantísima bibliografía que utilizó para desarrollarlo. A este respecto, es importante destacar que las citas bibliográficas llegan al millar y que gran parte de las mismas están escritas en idioma ruso, alemán o inglés; es sabida la dificultad de la mayoría de los lectores de lenguas lati-

nas y también de lengua inglesa, por conocer la valiosa bibliografía escrita en ruso o alemán.

La obra lleva, al final, un apéndice que contiene un glosario de los principales términos usados en el texto y 6 tablas, muy útiles, con indicación de constantes, símbolos y valores numéricos. El libro termina con 2 nutridos índices alfabéticos, uno de materias y otro de autores citados.

Teniendo en consideración que el meritorio libro, aquí comentado, es quizás el *único* que trata en forma tan completa y profunda un problema trascendental para el sustento de la humanidad, cual es el agua en el séelo agrícola, no es difícil pronosticar que la obra del Dr. Tschapek alcanzará, a gravés de diversas traducciones, una difusión mundial.

A. L. de M.

MENSAJE A LOS PROPULSORES DEL DESARROLLO ARGENTINO

LA FORMULA DE LA ABUNDANCIA...



..."probada a campo"

Para obtener cosechas abundantes, no basta disponer de un campo más o menos fértil y contar con favorables condiciones climáticas. El agricultor de hoy sabe que para obtener un mayor rendimiento de sus campos, con menor esfuerzo, le conviene recurrir al empleo de fertilizantes que "engordan" la tierra..., de plaguicidas para combatir los insectos..., de herbicidas para anular las malezas..., de hormonas para tonificar sus plantas... En pocas palabras, necesita el auxilio de la química. Y es así como MATHIESON ATANOR, mediante la ayuda técnica de ingenieros agrónomos y proveyendo al agricultor con especialidades químicas y biológicas de eficacia "probada a campo", le posibilita la producción de ricas cosechas y la obtención de mayores ganancias.



MATHIESON ATANOR

S. A. I. C.

Un nuevo concepto en la explotación agraria

ATANOR

Av. Pte. R. Sáenz Peña 1219 - Buenos Aires - T. E. 35-0021



ESCUCHE "Mensaje a los Hombres del Campo", de lunes a viernes, por LR3 Radio Belgrano, su cadena, y LV10 Radio de Cuyo (Mendoza) a las 12.25 hs. y por LR4 Radio Splendid y su cadena a las 18.55 hs.